

REC'D 08 NOV 2000

WIPO PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

EJV

Aktenzeichen: 199 44 555.9

Anmeldetag: 17. September 1999

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Abgassensor zum Zünden einer exothermen Reaktion

IPC: G 01 N, F 02 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Nietiedt

Abgassensor zum Zünden einer exothermen Reaktion

Die Erfindung betrifft einen Abgassensor mit einem
10 Gehäuse zur Montage in einer Abgasleitung einer
Brennkraftmaschine, einer Heizeinrichtung und einem
in dem Gehäuse gehaltenen Sensorelement, das auf
eine erste, zum Messen des Abgases geeignete Tempe-
ratur beheizbar ist. Ein solcher Abgassensor ist
15 zum Beispiel aus DE 41 26 378 A1 bekannt.

Derartige Sensoren werden eingesetzt für die Rege-
lung des Luftkraftstoffgemisches, mit dem die
Brennkraftmaschine versorgt wird, um in Zusammen-
20 wirken mit einem nachgeschalteten Katalysator mög-
lichst niedrige Schadstoffgehalte der Abgase zu er-
zielen.

Um künftige Abgasgrenzwerte sicher einzuhalten, ist
25 eine stetige Weiterentwicklung der Techniken zur
Abgasnachbehandlung erforderlich. Ein wesentlicher
~~Anteil des Rest-Schadstoffausstoßes von Brennkraft-~~
maschinen mit Katalysator entfällt auch in deren
Startphase, in der der Katalysator die zu einem ef-
30 fizienten Betrieb erforderliche Temperatur noch
nicht erreicht hat. Es besteht daher großes Inter-
esse an Mitteln, mit denen ein solcher Katalysator
nach dem Starten der Brennkraftmaschine so schnell

wie möglich auf seine Arbeitstemperatur erhitzt werden kann. Der wohl wirtschaftlichste Weg hierzu ist die Nutzung von exothermen Reaktionen, das heißt die Nachverbrennung unverbrannter Abgasbestandteile wie CO und diversen Kohlenwasserstoffen im Abgasstrang zwischen dem Auslaß der Brennkraftmaschine und dem Einlaß des Katalysators. Konstruktive Änderungen des Abgasstrangs zu diesem Zweck sind kostenaufwendig und zumeist bei bereits in Betrieb genommenen Brennkraftmaschinen nicht nachträglich durchsetzbar und allein nicht zielführend.

Vorteile der Erfindung

15

Die Erfindung weist einen Weg, wie die in unverbrannten Abgasbestandteilen der Brennkraftmaschine enthaltene Energie mit geringem Aufwand und in kurzer Zeit nach dem Start der Brennkraftmaschine zur raschen Aufwärmung eines Katalysators nutzbar gemacht werden kann, ohne daß hierfür konstruktive Veränderungen im Abgasstrang der Brennkraftmaschine erforderlich sind. Es wird zu diesem Zweck lediglich ein Abgassensor der zu Beginn der Beschreibung definierten Art benötigt, der eine Heizstromversorgung besitzt, die in einer ersten Betriebsphase eine hohe Leistung zum schnellen

Erhitzen eines dem Abgas ausgesetzten Bauteils des Abgassensors auf eine zum Zünden einer thermischen Nachverbrennung der unverbrannten Bestandteile ausreichende zweite Temperatur und in einer darauffolgenden zweiten Betriebsphase eine niedrigere Leistung zum Halten des Sensorelements auf der ersten Temperatur bereitstellt. Um bei einer herkömmlichen

Brennkraftmaschine mit Katalysator eine deutliche Verringerung des Schadstoffausstoßes in der Startphase zu erzielen, genügt es, deren herkömmlichen Abgassensor durch einen nach der vorliegenden Erfindung zu ersetzen.

Die Heizeinrichtung kann in zwei Heizkreise unterteilt sein, von denen der erste zum Aufrechterhalten der ersten Temperatur und der zweite zum schnellen Aufheizen auf die zweite Temperatur angelegt ist. Der erste Heizkreis ist vorgesehen, um ständig betrieben zu werden, solange die Brennkraftmaschine läuft, wohingegen der zweite nur in der Startphase betrieben werden soll, bevor der Katalysator seine Arbeitstemperatur, das heißt die erste Temperatur, erreicht hat.

Bei dem zu erhitzenden Bauteil kann es sich einer ersten Ausgestaltung der Erfindung zufolge um einen Abschnitt des Sensorelements aus Keramikmaterial handeln. Ein solches Sensorelement umfaßt herkömmlicherweise erste Heizeinrichtung, um einen zwischen zwei Meßelektroden eingeschlossenen festen Elektrolyten auf eine Temperatur zu erhitzen, bei der zwischen den Elektroden ein meßbarer, vom Sauerstoffgehalt des Abgases abhängiger Ionenstrom fließt. Einer Variante dieser Ausgestaltung zufolge

kann diese Heizeinrichtung einen einzelnen Heizkreis umfassen, der für eine größere Heizleistung ausgelegt ist, die es erlaubt, die zum Zünden der Nachverbrennung erforderliche zweite Temperatur in kurzer Zeit, vorzugsweise in nicht mehr als 5 Sekunden, zu erreichen.

Einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung zufolge weist das Gehäuse des Abgassensors einen Abschirmkörper zum Schutz des keramischen Sensorelements vor einem direkten Anströmen durch das Abgas und
5 die darin befindlichen Feststoffe auf, und der Abschirmkörper beinhaltet das auf die zweite Temperatur erhitzbare Bauteil. Ein Vorteil dieser Ausgestaltung ist, daß der beheizte Abschirmkörper nicht nur einen direkten Aufprall von kälteren
10 Abgasen auf das heiße Sensorelement während der Startphase der Brennkraftmaschine verhindert, sondern zusätzlichen denjenigen Anteil des Abgases, der das Sensorelement erreicht, vorheizt, so daß Temperaturschocks vermieden werden, die andernfalls
15 zu Rißbildung und damit zur Zerstörung des Sensorelements führen können.

Eine einfache Möglichkeit, die von der Heizstromversorgung abgegebene Leistung während der zweiten
20 Betriebsphase auf einen niedrigeren Wert als in der ersten zu begrenzen, ist die Abgabe eines gepulsten Heizstroms durch die Heizstromversorgung.

Um das Einsetzen der Nachverbrennungsreaktion zuverlässig zu erkennen, überwacht die Heizstromversorgung gemäß einer bevorzugten Variante den Innenwiderstand des Sensorelements und wechselt von der
25 ersten in die zweite Betriebsphase, wenn der Innenwiderstand einen Grenzwert unterschreitet. Da die Ionenleitfähigkeit des Sensorelements mit steigender Temperatur zunimmt, entspricht eine starke Verringerung des Innenwiderstands des
30 Sensorelements einer deutlichen Steigerung der Temperatur, und wenn diese Temperatur einen Wert

überschreitet, der oberhalb von demjenigen liegt, der bei der eingesetzten Heizleistung für das Sensorelement in Abwesenheit der Nachverbrennungsreaktion zu erwarten wäre, so ist dies ein Hinweis darauf, daß die Nachverbrennung in Gang gekommen ist.

10 Gemäß einer zweiten bevorzugten Variante wird der mit steigender Temperatur anwachsende Innenwiderstand der Heizeinrichtung ausgenutzt, indem die Heizstromversorgung den Innenwiderstand überwacht und von der ersten in die zweite Betriebsphase wechselt, wenn der Innenwiderstand einen Grenzwert überschreitet, der auf das Einsetzen der Nachverbrennungsreaktion hinweist.

20 Um ein zu frühes Wechseln in die zweite Betriebsphase zu vermeiden, bevor die Nachverbrennung sicher in Gang gekommen ist, kann der Vergleich mit dem Grenzwert zyklisch und somit auf einzelne diskrete Erfassungszeitpunkte begrenzt durchgeführt werden.

25 Um unter anomalen Bedingungen eine Überhitzung zu vermeiden, die zu Schäden am Abgassensor, der Brennkraftmaschine oder dem Katalysator führen könnte, sollte die Heizstromversorgung zweckmäßigerweise nach einer vorgegebenen Maximaldauer unabhängig vom Wert des überwachten Innenwiderstands in die zweite Betriebsphase wechseln.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren.

Figuren

- 5 Figur 1 zeigt in einem axialen Schnitt einen Teil eines Abgassensors gemäß der Erfindung, montiert in einer Wand einer Abgasleitung;
- 10 Figur 2 zeigt eine Heizeinrichtung eines Abgassensors und eine Heizstromversorgung; und
- 15 Figur 3 zeigt eine Variante der Heizeinrichtung eines Sensors.
- 20 Figur 1 zeigt den Kopfabschnitt 10 eines Abgassensors im axialen Schnitt. Er umfaßt ein metallisches Gehäuse 12 mit einem Außengewinde 13, das in einer Wand 14 einer Abgasleitung dicht verschraubt ist.
- 25 Ein zylindrische Längsbohrung 15 enthält einen keramischen Formkörper 20, mit einer durchlaufenden Bohrung 24 von rechteckigem Querschnitt, in der ein planares Sensorelement 26 gehalten und durch eine Dichtpackung 33 abgedichtet ist, die in einer an-
- 30 schlußseitigen Aufweitung 30 des Formkörpers 20 aufgenommen ist. Am an-schlußseitigen Ende des Sensorelements 26 befinden sich Kontaktfelder 43 zum Abgreifen eines Meßsignals des Sensorelements beziehungsweise zum Einspeisen eines Heizstroms für eine am abgasseitigen Ende 27 angeordnete, im Inneren des Sensorelements 26 eingebettete Heizeinrichtung.

Das abgasseitige Ende 27 des Sensorelements 26 ragt aus dem Gehäuse 12 heraus und ist von einem doppelwandigen Schutzrohr 40 mit einer Mehrzahl von Gas-ein- und -auslaßöffnungen 41 umgeben.

5

Das Sensorelement 26 ist aus einer Mehrzahl von gesinterten Keramiksichten aufgebaut, die poröse Meßelektroden, einen dazwischenliegenden festen Elektrolyten, Abdeck- und Isolierschichten bilden.

10 Zwischen zwei Isolierschichten ist ein Leiter eingebettet, der eine Widerstands-Heizeinrichtung bildet.

Figur 2 zeigt einen solchen Sensor 26 im Schnitt entlang der Ebene der Heizeinrichtung 2. Die Heizeinrichtung 2 umfaßt in herkömmlicher Weise einen in der Nähe des abgasseitigen Endes 27 zum Beheizen des festen Elektrolyten angeordneten Heizmäander 3 sowie Leiterbahnen 4, die den Heizmäander 3 mit Kontaktfeldern 43 am kontaktseitigen Ende des Sensorelements verbinden. An diese Kontaktfelder ist eine Heizstromversorgung 5 angeschlossen, ein Meßinstrument 6 ist schematisch in einer der Leitungen zwischen der Heizstromversorgung 5 und dem Sensorelement 26 dargestellt. Ein eingezeichnetes Diagramm veranschaulicht die Arbeitsweise der Heizstromversorgung 5. Der Zeitpunkt $t=0$ im Koordinatenursprung

des Diagramms entspricht dem Anlassen der Brennkraftmaschine. Ab diesem Zeitpunkt liefert die Heizstromversorgung 5 zunächst kontinuierlich eine Versorgungsspannung U an die Heizeinrichtung 2. Die Stromaufnahme der Heizeinrichtung 2 wird mit Hilfe des Meßgeräts 6 gemessen, und die Stromversorgung 5 vergleicht in regelmäßigen Zeitabständen von ca.

1/2 bis 1 Sekunden den Meßwert mit einem vorgegebenen Grenzwert. Im Laufe des Aufheizens des Sensorelements 26 nimmt die Heizstromstärke zunächst ab, weil der Widerstand der Heizeinrichtung mit zunehmender Eigenerwärmung steigt. Sobald durch das Zünden der unverbrauchten Abgasbestandteile durch das glühende Sensorelement die Nachverbrennung einsetzt, führt diese zu einer zusätzlichen, von außen aufgeprägten Erwärmung der Heizeinrichtung, die zu einer weiteren Verringerung der Heizstromstärke führt. Der Grenzwert ist so festgelegt, daß er den Unterschied zwischen diesen zwei Etappen der Erwärmung zu erfassen gestattet. Der genaue Wert dieses Grenzwerts ist in Abhängigkeit von den konkreten Einsatzbedingungen des Sensors zu wählen; eine typische Temperatur, bei der die Nachverbrennung einsetzt, kann im Bereich von ca. 800°C liegen, je nach Konzentration der unverbrannten Bestandteile im Abgas und dem Restsauerstoffgehalt sind Abweichungen nach oben und unten möglich. Die Heizleistung ist so gewählt, daß ein Zünden typischerweise innerhalb von 3 bis 4 s nach Beginn des Aufheizens erreicht wird.

Wenn der Vergleich ergibt, daß der Grenzwert erreicht oder überschritten ist, wechselt die Heizstromversorgung 5 aus ihrer ersten Betriebsphase, in der sie eine erhöhte, im Beispiel kontinuierliche Ausgangsspannung liefert, in eine zweite Betriebsphase, in der sie eine gepulste Ausgangsspannung liefert. Alternativ dazu wäre es auch möglich, in der zweiten Betriebsphase eine kontinuierliche Ausgangsspannung mit einem niedrigeren Wert als in der ersten Phase zu

liefern. Das Tastverhältnis der Heizstromversorgung 5 in der zweiten Betriebsphase ist so festgelegt, daß eine hier als erste Temperatur bezeichnete für den Meßbetrieb des Sensorelements erforderliche Funktions-Temperatur kontinuierlich aufrechterhalten wird.

Wenn nach einer vorgegebenen Maximaldauer der ersten Betriebsphase von zum Beispiel 15 bis 30 Sekunden der Grenzwert nicht überschritten worden ist, wechselt die Heizstromversorgung 5 unabhängig vom vom Meßinstrument 6 gelieferten Meßwert in die zweite Betriebsphase, um Schäden am Sensor und dessen Umgebung infolge von Überhitzung zu vermeiden.

Figur 3 zeigt eine Heizeinrichtung 2' eines Sensorelements 26 gemäß einer Variante der Erfindung. Die Heizeinrichtung umfaßt zwei getrennte Heizmäander 3' und 3'', die jeweils über eigene Zuleitungen 4', 4'' mit Kontaktfeldern am kontaktseitigen Ende des Sensorelements verbunden sind. Der Heizmäander 3'' ist unterhalb von (nicht dargestellten) Meßelektroden des Sensorelements 26 angeordnet, um diese auf ihre Funktionstemperatur zu erhitzen.

Die zwei Heizmäander 3', 3'' sind jeweils an eigene Ausgänge einer (nicht dargestellten) Heizstromversorgung angeschlossen, die Stromaufnahme von einem von ihnen, vorzugsweise des Heizmäanders 3', wird wie im Falle von Figur 2 mit einem Meßinstrument gemessen. Das Meßinstrument ist symbolisch separat dargestellt, kann aber zweckmäßigerweise in die Heizstromversorgung integriert sein. Die Heizstromversorgung weist wie die aus Figur 2 zwei

Betriebsphasen auf, eine erste, die mit dem Starten der Brennkraftmaschine beginnt und andauert, bis aus dem gemessenen Wert der erfaßten Stromstärke auf das Einsetzen der Nachverbrennungsreaktion gefolgert werden kann, oder bis eine maximale Dauer der ersten Betriebsphase überschritten ist, und eine daran anschließende zweite Betriebsphase. In dieser zweiten Betriebsphase unterbricht die Heizstromversorgung den Strom zum Heizmäander 3' und erhält nur den zum Heizmäander 3'' aufrecht. Bei dieser Variante des Abgassensors wird mittels Heizmäander 3' somit das abgasseitige Ende 27 des Sensorelements 26 sehr schnell, vorzugsweise innerhalb weniger Sekunden, auf die zum Zünden der Nachverbrennung erforderliche Temperatur erhitzt.

Selbstverständlich kann die Heizstromversorgung anstelle einer festen Ausgangsspannung auch einen festen Ausgangsstrom liefern, wobei dann als Meßinstrument zum Erfassen der Heizleistung ein Spannungsmeißinstrument eingesetzt wird. Jede andere Art der Erfassung der Temperatur ist auch geeignet.

Einer weiteren Alternative zufolge könnte das Meßinstrument auch im Stromkreis der Meßelektroden angeordnet sein, um einen zwischen diesen temperaturabhängig fließenden Ionenstrom zu erfassen. Diese Variante bietet sich insbesondere dann an, wenn ein Heizelement sowohl zum schnellen Erhitzen des Sensorelements auf die Nachverbrennungstemperatur wie auch zum Aufrechterhalten einer Arbeitstemperatur verwendet wird, wie im Falle der Figur 2.

Einer weiteren alternativen Ausgestaltung zufolge ist vorgesehen, ein Heizelement zum schnellen Zünden der Nachverbrennung an einem Abschirmkörper anzubringen, der ferner das keramische Sensorelement 26 vor direktem Anströmen durch kaltes Abgas in einer Startphase der Brennkraftmaschine schützt, so etwa an dem doppelwandigen Schutzrohr 40 aus Figur 1. Eine solche Variante hat den Vorteil, daß sie ein großes Abgasvolumen erreicht und in kurzer Zeit erhitzt, und daß sie gleichzeitig einen Teil des Abgasstroms, der das Sensorelement 26 erreicht, vorheizt, so daß Temperaturschocks, die zur Rißbildung am Sensorelement und damit zu dessen Zerstörung führen können, wirksam vermieden werden. Auch hier ist eine Erfassung des Einsetzens der Nachverbrennung anhand der Temperatur des beheizten Schutzrohrs über den Innenwiderstand von dessen integriertem Heizelement möglich. Auch die Auswertung des Stroms im Meßkreis des keramischen Abgassensors käme in Betracht, da das Sensorelement ebenfalls dem gegebenenfalls durch Nachverbrennung stärker erhitzten Abgasstrom ausgesetzt ist und somit einen von dessen Temperatur abhängigen Meßstrom liefert. Zu dem Zeitpunkt, an dem der Katalysator seine für die katalytische Nachverbrennung erforderliche Temperatur erreicht hat, kann die Heizstromversorgung bereits in ihren zweiten Betriebszustand übergehen beziehungsweise abgeschaltet werden.

Patentansprüche

5

1. Abgassensor mit einem Gehäuse (12) zur Montage
in einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine, mit
einer Heizeinrichtung (2,2') und einem in dem Ge-
häuse (12) gehaltenen, auf eine erste Temperatur
10 zum Messen des Abgases beheizbaren Sensorelement
(26) gekennzeichnet durch eine Heizstromversorgung
(5), die in einer ersten Betriebsphase eine hohe
Leistung zum schnellen Erhitzen eines dem Abgas
ausgesetzten Bauteils (26,40) des Abgassensors auf
15 eine zum Zünden einer thermischen Nachverbrennung
von unverbrannten Bestandteilen des Abgases ausrei-
chende zweite Temperatur und in einer darauffolgen-
den zweiten Betriebsphase eine niedrigere Leistung
zum Halten des Sensorelements (26) auf der ersten
20 Temperatur bereitstellt.

2. Abgassensor nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Heizeinrichtung (2') zwei
Heizkreise (3',3'') umfaßt, von denen der erste
25 (3'') zum Aufrechterhalten der ersten Temperatur
ausgelegt ist, und der zweite (3') zum schnellen
Aufheizen auf die zweite Temperatur ausgelegt ist.

3. Abgassensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
30 kennzeichnet, daß das Bauteil ein Abschnitt des ke-
ramischen Sensorelements (26) ist.

Zusammenfassung

5

Ein Abgassensor umfaßt ein Gehäuse zur Montage in einer Abgasleitung in einer Brennkraftmaschine, einer Heizeinrichtung (2) und ein in dem Gehäuse gehaltenes, auf eine erste Temperatur zum Messen des

10

Abgases beheizbares Sensorelement (26). Eine Heizstromversorgung (5) stellt in einer ersten Betriebsphase eine hohe Leistung zum schnellen Erhitzen eines dem Abgas ausgesetzten Bauteils des Abgassensors (26) auf eine zum Zünden einer Nachver-

15

brennung des Abgases ausreichende zweite Temperatur und in einer darauffolgenden zweiten Betriebsphase eine niedrigere Leistung zum Halten des Sensorelements (26) auf der ersten Temperatur bereit.

20 Figur 2

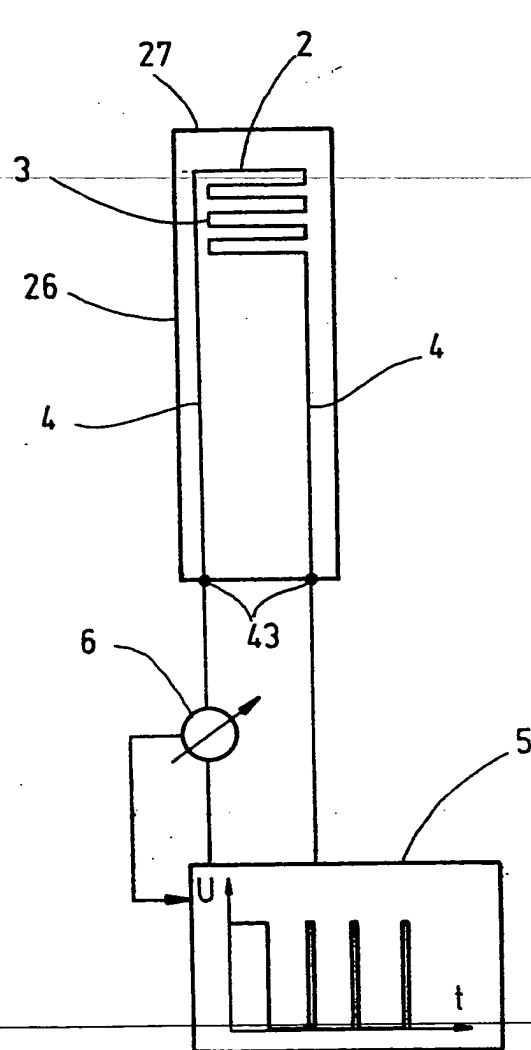


Fig. 2

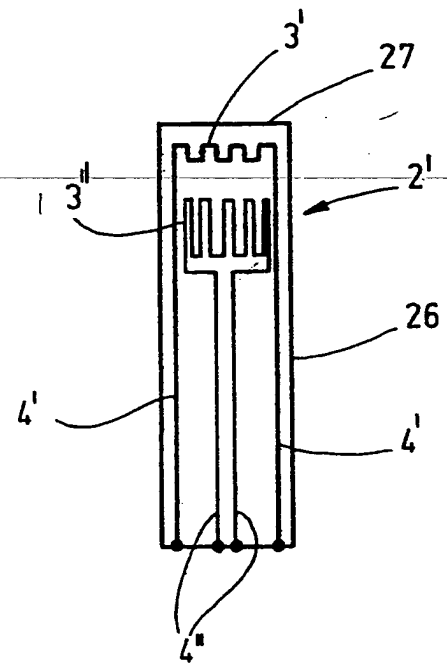


Fig. 3